

lichtwerk
inspired by light

21
22

Tabellenaufbau

Der tabellarische Aufbau ermöglicht einen Überblick über die wesentlichen Merkmale.

Typ

Bezeichnung der Leuchte

Bestückung

Lichtstrom Lumen (lm)
Farbwiedergabeindex RA
Farbtemperatur Kelvin (K)

NEU

Artikelnummer → letzte Ziffer der Artikelnummer steht für Gehäusefarbe
543 3044 10... → ...1

Leuchten Gewicht netto
(ohne Verpackung)

Typ	Bestückung	P _{sys} (W)	Treiber	Artikelnummer	Farbe	€	Farbe	€	Farbe	€	kg
Musterleuchte	LED 2400lm 840 LB	20	ET	543 3044 10...	■ ...5	283,00	□ ...1	304,00	■ ...4	304,00	3
	LED 4500lm 840 LB	41	DALI	543 3144 10...	■ ...5	283,00	□ ...1	304,00	■ ...4	304,00	3

P_{sys} | Leuchten-Systemleistung

Treiber

- ET | Elektronischer Treiber, nicht dimmbar
- DALI | Elektronischer Treiber, DALI, dimmbar
- DALI DT8 | Elektronischer Treiber, DALI, dimmbar, Änderung der Lichtfarbe
- Tast dim | dimmbar über Taster
- NL-B | Notlicht Einzelbatterie

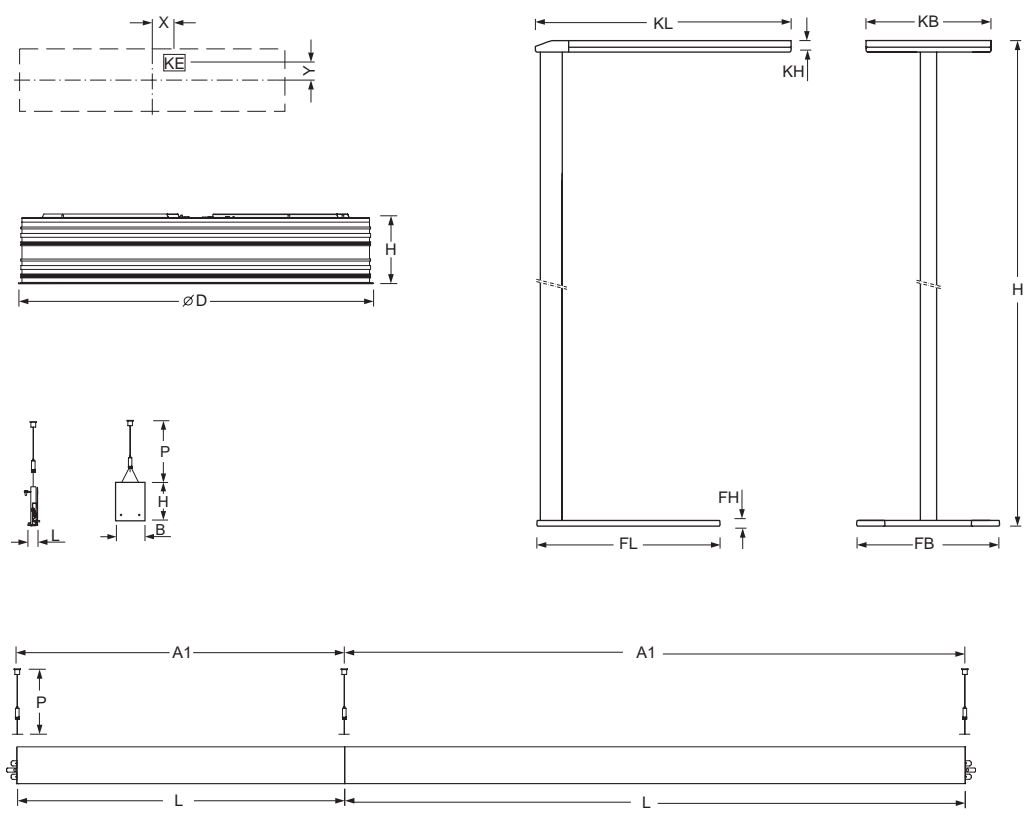
Farbcode/Farbe

- | aluminium natur eloxiert
- | verkehrsweiß (ähnlich RAL 9016)
- wa | weißaluminium (ähnlich RAL 9006)
- | tiefschwarz (ähnlich RAL 9005)
- sg | silbergrau
- | edelstahl
- cr | chrom
- si | silber
- tz | transluzent
- kl | klar
- gr | kieselgrau















▶ Bitte entnehmen Sie die aktuellen Daten der LED-Leuchten unter www.lichtwerk.de

LED



Definition der Maßtabelle-Variablen

- L | Länge
- L | Länge/Breite bei quadratischen Leuchten
- L2 | Überstand Länge
- B | Breite
- H | Höhe
- ∅D | Durchmesser
- FL | Länge Leuchtenfuß
- FB | Breite Leuchtenfuß
- FD | Durchmesser Leuchtenfuß
- T | Tiefe
- KE | Kabeleinführung
- KL | Länge Leuchtenkopf oder Betriebsgerätekasten
- KB | Breite Leuchtenkopf oder Betriebsgerätekasten
- KH | Höhe Leuchtenkopf oder Betriebsgerätekasten
- KD | Durchmesser Leuchten-Kopf oder Betriebsgerätekasten
- A1 | Befestigungsabstand Einzelmontage
- A2 | Befestigungsabstand im Lichtband bzw. zwischen den Leuchten
- X | Abstand vom Leuchtenmittelpunkt zum elektrischen Anschluss auf der X-Achse (längs)
- Y | Abstand vom Leuchtenmittelpunkt zum elektrischen Anschluss auf der Y-Achse (quer)
- SL | Deckenausschnitt Länge
- SB | Deckenausschnitt Breite
- SD | Deckenausschnitt Durchmesser
- e | Minimaler Deckenabstand zur Montage der Leuchte
- ML | Modulmaß (Achismaß) Länge
- MB | Modulmaß (Achismaß) Breite
- P | Pendellänge
- P min/max | Min./Max. Pendellänge Seilabhängung
- DS min/max | Min./Max. Deckenstärke bei abgehängter Decke
-  | für Decken mit sichtbaren T-Schienen
-  | für ausgeschnittene Decken

- Einbauleuchten 
- Anbauleuchten 
- Pendelleuchten 
- Stromschienen und Leuchten 
- Lichtsysteme 
- Downlights 
- Wandleuchten Stehleuchten 
- Lichtmöbel 
- Glasleuchten 
- Steuerung Information 



INDEX



Steuerung

S. 454 • Steuerung | **CASAMBI**

S. 456 • Steuerungskomponenten Produktübersicht



Allgemeine Informationen

S. 458 • Grundgrößen und Schutzgrade

S. 459 • Prüfzeichen und Schutzklassen

S. 460 • Gütemerkmale für gutes Licht

S. 462 • LED - light emitting diode

S. 464 • LED Lebensdauer

S. 465 • Resistenztafel chemische Stoffe

S. 466 • HCL - Human Centric Lighting

S. 468 • HCL - Projektpraxis

S. 470 • Bildindex

S. 472 • AGB

Steuerung
Allgemeine Informationen







Lichtmanagementsystem ganz intuitiv

Nahezu alle unserer DALI Leuchten lassen sich mit einem Steuerbaustein ausstatten, der die drahtlose Steuerung und Vernetzung mit Hilfe von Smartphone oder Tablet ermöglicht. Die Einrichtung ist ganz leicht und intuitiv via App und Bluetooth möglich. Bedient werden die Leuchten entweder klassisch mit einem Lichtschalter oder per APP. Wenn Sie es wollen sogar von überall auf der Welt!

Gerne unterstützen wir Sie bei der Auswahl der richtigen Komponenten für Ihr Projekt.

CASAMBI



Mit den von uns verbauten Casambi-Bausteinen haben Sie Ihre Beleuchtung voll im Griff. Von der einfachen Schaltung oder Dimmung bis hin zu komplexen Lichtszenen lässt sich alles auf einfachste Art umsetzen.

• APP

Die kostenlose Casambi App ist die zentrale Administration Ihrer Beleuchtung. Richten Sie Ihre Beleuchtung einfach über die App ein.

• Schalten

Legen Sie fest, welche Leuchten oder Leuchtengruppen mit welchem Schalter ein- und ausgeschaltet werden sollen.

• Lichtfarbe/HCL

Auch RGBW oder Tunable White Leuchten können von Casambi angesprochen und gesteuert werden. Somit ist eine intuitive automatisierte Steuerung für Human Centric Lighting kein Problem.

• Leuchtengruppen

Mittels Casambi können Leuchten einzeln in verschiedenen Gruppen oder gesamt gesteuert werden. Das macht Ihre Beleuchtung so flexibel wie noch nie.

• Szenen

In Lichtszenen lassen sich die verschiedensten Lichtstimmungen realisieren und später auf Knopfdruck oder automatisiert wieder aufrufen.

• Timer

Mittels der Timer-Funktion ist es möglich verschiedene Szenen zeitgesteuert abzurufen.



Steuerungskomponenten



Nahezu alle unsere DALI Leuchten sind Casambi Ready. Mit unserem LC-Baldachin ist es möglich, Pendelleuchten über Funk, per App oder z.B. mittels Schalter/Taster zu bedienen. DALI Ein- und Anbauleuchten sind auf Anfrage ausrüstbar.

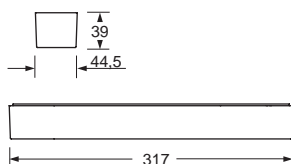
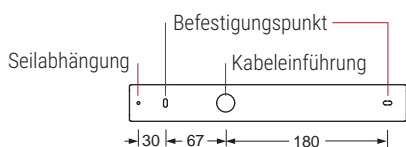
LC-Baldachine für Pendelleuchten



LC-Baldachin SA-PS-FLEX

Bluetooth 4.0 Baldachin SA-PS-Flex 10x mit integriertem Casambi Modul und Spannungsversorgung zur Ansteuerung von max. 32 DALI-Leuchten. Verschiedene Voreinstellungen z.B. DT6 oder DT8 auswählbar. Bedienung über kostenfreie App und weitere Systemkomponenten wie z.B. Schalter oder Tasterkoppler.

Draufsicht Montageplatte Baldachin



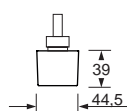
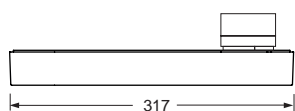
Systemkomponenten	Typ	Details	Artikel-Nr.	Farbe	€	Farbe	€	Farbe	€	kg
LC-Baldachin	SA-PS-FLEX	SA-PS-FLEX 10x; 2000mm	910 1120 10...	□ ...1	214,00	wa ...5	230,00	■ ...4	230,00	0,6

LC-Baldachine für Stromschienenleuchten



LC-Baldachin DPSN-PS-FLEX

Bluetooth 4.0 Baldachin mit Stromschienenadapter DPSN-PS-Flex 10x mit integriertem Casambi Modul und Spannungsversorgung zur Ansteuerung von max. 32 DALI-Leuchten. Verschiedene Voreinstellungen z.B. DT6 oder DT8 auswählbar. Bedienung über kostenfreie App und weitere Systemkomponenten wie z.B. Schalter oder Tasterkoppler.



Systemkomponenten	Typ	Details	Artikel-Nr.	Farbe	€	Farbe	€	Farbe	€	kg
LC-Baldachin	DPSN-PS-FLEX	DPSN-PS-FLEX 10x, für DPSN-Stromschiene	324 4500 10...	□ ...1	242,00	wa ...5	258,00	■ ...4	258,00	0,6



LC-Wandtaster

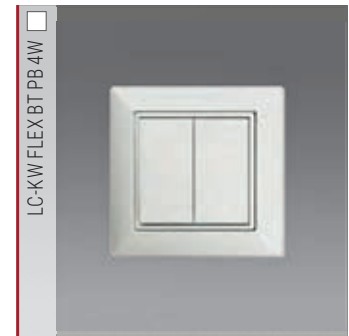
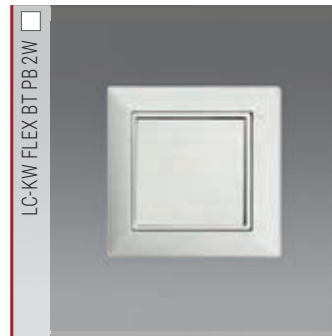


Einzeltaster LC-KW FLEX BT PB 2W

Bluetooth Funktaster, mit zwei Schaltpunkten, weiß. Eine Wippe, batterieelos, mit Rahmen, Wandmontage möglich, kompatibel mit allen Casambi-Modulen.

Doppeltaster LC-KW FLEX BT PB 4W

Bluetooth Funktaster, mit vier Schaltpunkten, weiß. Zwei Wippen, batterieelos, mit Rahmen, Wandmontage möglich, kompatibel mit allen Casambi-Modulen.



Systemkomponenten	Typ	Details	Artikel-Nr.	Farbe	€	kg
Wandtaster	LC-KW FLEX BT PB 2W	Bluetooth, 2-Kanal, 1 Wippe, batterieelos, mit Rahmen	850 1020 11...	□ ...0	162,00	0,05
	LC-KW FLEX BT PB 4W	Bluetooth, 4-Kanal, 2 Wippen, batterieelos, mit Rahmen	850 1020 10...	□ ...0	157,00	0,05

LC-Tasterkoppler



Bluetooth Tasterkoppler

Vier Tasteingänge, für Doseneinbau, zum Anschluss von bauseitigen Tastern, 230V 50Hz
Netzversorgung notwendig, kompatibel mit allen Casambi Modulen.



Systemkomponenten	Typ	Details	Artikel-Nr.	€	kg
Tasterkoppler	LC-LW FLEX10 PBU 4	Bluetooth Tasterkoppler, Doseneinbau, 4-Kanal, 230V 50Hz	850 1020 120	326,00	0,05

LC-Sensor



LC-Sensor LC-LW FLEX10 5DP 38rc

Einbau Bewegungs- und Tageslichtsensor, weiß. Inklusive Blenden zur Optimierung des Sensorerkennungsbereichs. Einstellung via APP, 230V 50Hz Netzversorgung notwendig, kompatibel mit allen Casambi Modulen.

Optionales Gehäuse
LC-LW FLEX10 5DP 38rc Box
zur Montage als Anbausensor.


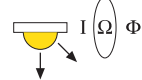

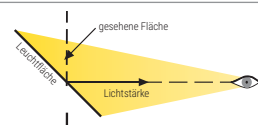
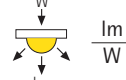
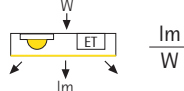


Systemkomponenten	Typ	Details	Artikel-Nr.	Farbe	€	kg
Sensor	LC-LW FLEX10 5DP 38rc	Bluetooth Einbausensor inklusive Blenden	840 0000 51...	□ ...0	186,00	0,1
Anbaugeschäuse	LC-LW FLEX10 5DP 38rc Box	Gehäuse zur Anbaumontage (ohne Sensor)	840 0000 52...	□ ...0	30,00	0,1



Grundgrößen und Schutzgrade

Lichttechnische Grundgrößen

Lichttechnische Grundgrößen	Einheit	Formelzeichen	Erklärung	
1. Lichtstrom	Lumen (lm)	Φ	Gesamte, von der Lichtquelle abgestrahlte Lichtleistung.	
2. Lichtstärke	Candela (cd)	$I = \frac{\Phi}{\Omega}$	Die Lichtstärke I bewertet das Licht, das in einer bestimmten Richtung ausgestrahlt wird. Sie ist vom Lichtstrom Φ in dieser Richtung und vom bestrahltem Raumwinkel Ω abhängig.	
3. Beleuchtungsstärke	Lux (lx)	$E = \frac{\Phi}{A}$	Die Beleuchtungsstärke E erfasst den Lichtstrom Φ , der auf eine bestimmte Fläche A fällt.	
4. Leuchtdichte	Candela pro m ² (cd/m ²)	$L = \frac{\Phi}{A \cdot \cos \epsilon}$	Die Leuchtdichte ist die Lichtstärke pro Flächeneinheit. Die Leuchtdichte L einer beleuchteten Fläche ist das Maß für den wahrgenommenen Helligkeitseindruck.	
5. Lampenlichtausbeute	Lumen pro Watt (lm/W)	$\eta = \frac{\Phi}{P}$	Die Lampenlichtausbeute ist der Bruttolichtstrom einer Lampe bezogen auf Ihre elektrische Leistungsaufnahme.	
6. Leuchtenlichtausbeute	Lumen pro Watt (lm/W)	$\eta = \frac{\Phi}{P}$	Die Leuchtenlichtausbeute ist der Nettolichtstrom einer Leuchte bezogen auf Ihre elektrische Leistungsaufnahme einschließlich Betriebsgerät.	

IP-Schutzgrade

IP Schutzgrade nach der ersten Kennziffer

KZ	Kurzbeschreibung	Kurze Einzelheiten, welche Fremdkörper nicht in das Gehäuse eindringen können
0	Ungeschützt	Kein besonderer Schutz
1	Geschützt gegen feste Fremdkörper größer als 50 mm	Große Körperoberfläche, z.B. eine Hand (jedoch keine Schutzmaßnahme gegen absichtliches Berühren); feste Fremdkörper
2	Geschützt gegen feste Fremdkörper größer als 12 mm	Finger oder ähnliches bis 80 mm Länge; feste Fremdkörper über 12 mm Durchmesser
3	Geschützt gegen feste Fremdkörper größer als 2,5 mm	Werkzeuge, Drähte usw. mit Durchmesser oder Dicke größer als 2,5 mm; feste Fremdkörper über 2,5 mm Durchmesser
4	Geschützt gegen feste Fremdkörper größer als 1 mm	Drähte oder Streifen dicker als 1 mm; feste Fremdkörper größer als 1 mm Durchmesser
5	Staubgeschützt	Eindringen von Staub ist nicht völlig verhindert, aber Staub dringt nicht in solchen Mengen ein, dass der ordnungsgemäße Betrieb des Betriebsmittels behindert wird
6	Staubdicht	Kein Eindringen von Staub

IP Schutzgrade nach der zweiten Kennziffer

KZ	Kurzbeschreibung	Einzelheiten zur Schutzmaßnahme durch Gehäuse
0	Ungeschützt	Kein besonderer Schutz
1	Geschützt gegen Tropfwasser	Herabtropfendes Wasser (senkrecht fallende Tropfen) darf keine schädliche Wirkung haben
2	Geschützt gegen Tropfwasser unter 15°	Senkrecht fallende Tropfen dürfen keine schädliche Wirkung haben, wenn das Gehäuse bis zu 15° aus seiner bestimmungsgemäßen Gebrauchslage geneigt wird
3	Geschützt gegen Sprühwasser	Sprühendes Wasser darf aus einer Neigung bis zu 60° gegen die Senkrechte keine schädliche Wirkung haben
4	Geschützt gegen Spritzwasser	Aus beliebiger Richtung gegen das Gehäuse gespritztes Wasser darf keine schädliche Wirkung haben
5	Geschützt gegen Strahlwasser	Aus beliebiger Richtung gegen das Gehäuse mit einer Düse gespritztes Wasser darf keine schädliche Wirkung haben
6	Geschützt gegen schwere See	Wasser von schwerer See oder Strahlwasser unter hohem Druck darf nicht in schädlicher Menge in das Gehäuse eindringen
7	Geschützt gegen die Folgen von Eintauchen	Eindringen von Wasser in schädlicher Menge darf nicht möglich sein, wenn das Gehäuse in Wasser unter vorgegebenen Bedingungen hinsichtlich Druck und Zeit eingetaucht ist
8	Geschützt gegen Untertauchen	Das Gerät ist für dauerndes Untertauchen in Wasser geeignet; die Bedingungen sind vom Hersteller anzugeben Anmerkung: Üblicherweise bedeutet dies, dass das Gerät vollständig abgedichtet ist. Jedoch kann dies bei bestimmten Geräten auch bedeuten, dass Wasser zwar eindringt, jedoch keine Schädigung verursacht.













Prüfzeichen und Schutzklassen

Prüfzeichen



Prüfzeichen und Schutzklassen



Alle lichtwerk-Leuchten sind nach den anerkannten Regeln der Technik gebaut und zu 100% elektrotechnisch überprüft. Standardmäßig werden die Leuchten für 230 V, 50 Hz und eine Umgebungs-

temperatur von 25° C ausgelegt und erfüllen die Anforderungen der europäischen Normen und Richtlinien bezüglich Gerätesicherheit, elektromagnetischer Verträglichkeit und Energieeffizienz.

Prüfzeichen	Erklärung
	Das EK-Zeichen ist das europäische Sicherheitszeichen für Leuchten. Die Prüfbestimmungen sind in der DIN EN 6598 festgelegt. Das EK-Zeichen wird in Verbindung mit der Identitäts-Nummer einer europäischen Prüfstelle vergeben (VDE = 10). Damit wird dokumentiert, dass die Leuchten „normenkonform“, entsprechend der Niederspannungsrichtlinie 2006/95/ EG, gebaut und geprüft sind.
	Alle Leuchten erfüllen die F-Bedingungen. Im Fehlerfall der Leuchte nehmen die Befestigungsflächen keine höhere Temperatur als 180° C an. Sie dürfen auf entflammbare Baustoffe nach DIN 4102 mit einer Entzündungstemperatur von mindestens 200° C montiert werden (z.B. Holz). Um Montagefehler zu vermeiden, sind die Montageanleitungen zu beachten.
	Kennzeichnung für wärmedämmte Decken. Leuchten dürfen mit Dämmmaterial direkt bedeckt werden.
	In Betriebsstätten, die durch Staub- und/oder Faserablagerungen feuergefährdet sind, müssen nach EN 60598-2-24 Leuchten mit D gekennzeichnet sein und mindestens Schutzgrad IP 50 erfüllen. Bei der Montage sind die Montageanleitungen zu beachten.
	Leuchten mit M-Kennzeichnung sind für den Anbau und Einbau in Möbel bestimmt. Sie sind so konstruiert, dass im Fehlerfall der Leuchte, normal oder schwer entflammbare Werkstoffe im Sinne der VDE 0710 Teil 14 nicht entzündet werden können. Um Montagefehler auszuschließen, sind die Montageanleitungen zu beachten.
	Leuchten mit M-M-Kennzeichnung sind für den Anbau und Einbau in Möbel bestimmt. Sie sind so gebaut, dass im Fehlerfall der Leuchte, Werkstoffe deren Entflammereigenschaften im Sinne der VDE 0710 Teil 14 nicht bekannt sind, nicht entzündet werden können. Um Montagefehler auszuschließen, sind die Montageanleitungen zu beachten.
	Leuchten mit diesem Zeichen entsprechen den Normbedingungen EN 60598-1 für die beim Zeichen angegebene Temperatur. Die Prüfungen erfolgen gemäß IEC 60695-11-5 (Nadelbrennprüfung) bzw. IEC 60695-2-10 (Glühdrahtprüfung).
	Der IK-Stoßfestigkeitsgrad beschreibt die Widerstandsfähigkeit von Gehäusen elektrischer Betriebsmittel gegen mechanische Beanspruchungen, insbesondere Stoßbeanspruchungen. Die IK-Klassen entsprechen einer jeweiligen Schlagenergie in Joule, der das Gehäuse mindestens standhalten muss. Der angegebene Nm/J Wert entspricht der mechanischen Festigkeit.
	Die CE-Kennzeichnung wird vom Hersteller selbst vorgenommen. Damit bestätigt er in Eigenverantwortung die Konformität mit den jeweiligen EG- bzw. EU-Richtlinien. Die Konformität nach der „Niederspannungsrichtlinie“, der „EMV-Richtlinie“ (Störfestigkeit, Störaussendung) und der Energieeffizienz ist die Voraussetzung für die CE-Kennzeichnung für unsere Produkte.
	Mit diesem Symbol wird die Eignung von Leuchten für Bildschirmarbeitsplätze auf Basis der DIN EN 12464-1 ausgewiesen. Die angegebene Zahl bezieht sich auf die Leuchtdichte, welche rundum in allen Leuchtenebenen oberhalb dieses Winkels gewisse Grenzwerte nicht überschreiten. Je nach Bildschirmgüte und Bildschirmdarstellung sieht die Norm unterschiedliche Grenzwerte vor.
	Die Leuchten sind grundsätzlich geeignet, von IFS Vers. 6 und/oder BRC Global Standard Food Vers. 6 zertifizierten Unternehmen der Lebensmittel- und Getränkeindustrie eingesetzt zu werden.
	Die Leuchten erfüllen gemäß Blendungsbewertungsverfahren UGR den Grenzwert <= 19. Basis für die Bewertung bilden die Bedingungen des sogenannten Standardraumes mit den Blickrichtungen quer und längs zur Leuchte.

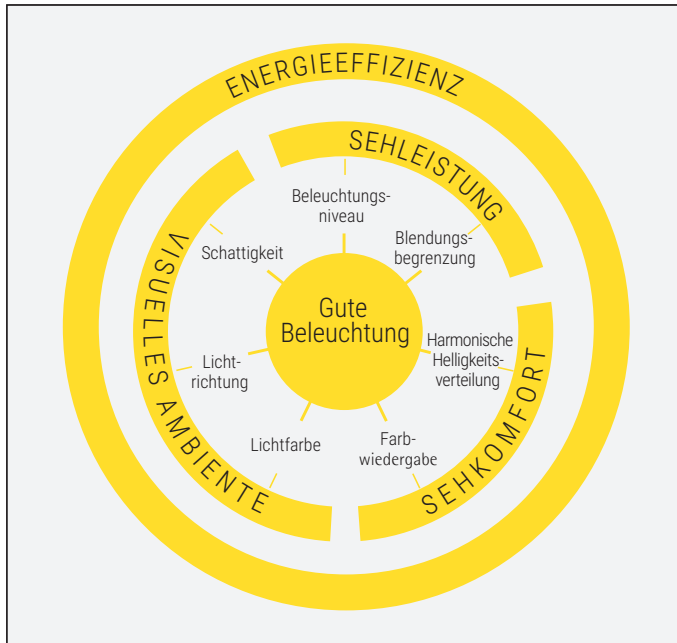
Schutzklassen

Schutzklassen	Erklärung
	Leuchten mit Indoor-Zeichen sind nur für den Einsatz in Gebäuden geeignet und zugelassen
	Leuchten der Schutzklasse I müssen an einen Schutzleiter angeschlossen werden

Schutzklassen	Erklärung
	Leuchten der Schutzklasse II sind schutzisoliert, ein Schutzleiteranschluss ist nicht zulässig
	Leuchten der Schutzklasse III sind für den Betrieb an Schutzkleinspannung < 50V (effektiv) zugelassen

Gütemerkmale für gutes Licht

Beleuchtungsaufgaben

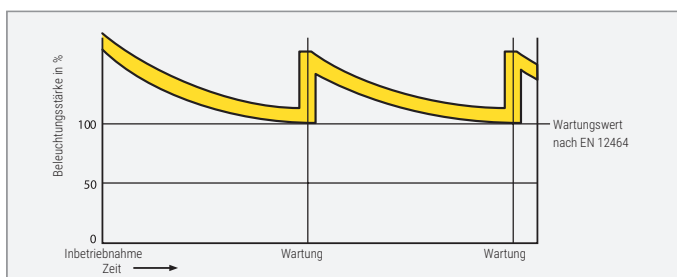


Aufgabe der Innenbeleuchtung ist es, dem Menschen eine Umwelt zu vermitteln, die zu seinem physischen und psychischen Wohlbefinden beiträgt und Unfälle verhütet. Weiterhin soll sie die Stimmung des Menschen auch im Sinne einer hohen Leistungsbereitschaft beeinflussen, vorzeitigem Ermüden entgegenwirken und Fehler verringern.

Um diese Bedingungen optimal erfüllen zu können, sind mehrere Gütemerkmale bei der Planung zu beachten:

- Beleuchtungsniveau
- Leuchtdichteverteilung
- Begrenzung der Blendung
- Lichtrichtung und Schattigkeit
- Lichtfarbe und Farbwiedergabe

Beleuchtungsniveau/Beleuchtungsstärke



Das Beleuchtungsniveau wird im wesentlichen durch die Beleuchtungsstärke bestimmt. Diese ist wiederum von der Sehaufgabe abhängig; sie richtet sich nach der Schwierigkeit des Erkennens bestimmter Kontraste und Details, sowie der Geschwindigkeit, mit welcher diese wahrgenommen werden müssen. Aus dem Normblatt EN 12464-1 sind die erforderlichen Beleuchtungsstärken für die verschiedenen Raumarten bzw. Tätigkeiten zu ersehen. Die angegebenen Wartungswerte der Beleuchtungsstärke sind Mittelwerte im Arbeitsbereich des Raumes in der jeweiligen Nutzebene. Unabhängig von Alter und Zustand der Beleuchtungsanlage darf die mittlere Beleuchtungsstärke nicht unter den angegebenen Wert fallen.

Die Beleuchtungsstärke nimmt bei jeder Beleuchtungsanlage mit zunehmender Alterung der Komponenten, sowie durch Verschmutzung ab. Weiterhin dunkeln in der Regel die reflektierenden Raumbegrenzungsflächen ebenfalls nach oder sind evtl. verstaubt. Die Beleuchtungsanlage muss deshalb mit einem, alle Einflüsse berücksichtigenden Verminderungsfaktor geplant werden, welcher für die vorgesehene Beleuchtungseinrichtung, die räumliche Umgebung und den festzulegenden Wartungsplan errechnet wurde.

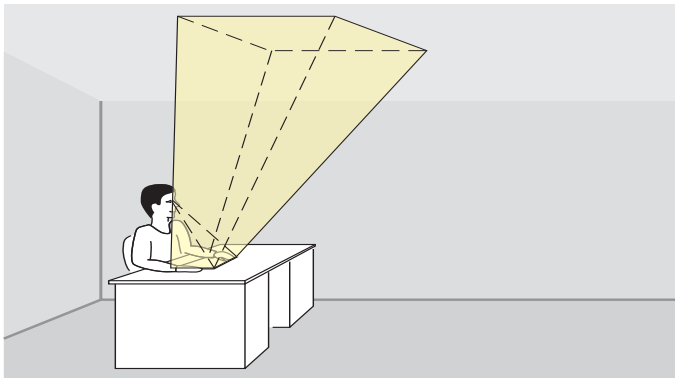
Blendung

Blendungsbegrenzung

Direktblendung entsteht durch zu hohe Leuchtdichten im Gesichtsfeld. Sie setzt die Sehleistung herab (physiologische Blendung) und kann das Wohlbefinden des Menschen nachteilig beeinflussen (psychologische Blendung). Methoden der Blendungsbewertung von Leuchten für die Innenraumbeleuchtung beurteilen die Begrenzung der Leuchtdichten innerhalb der kritischen Ausstrahlungswinkel. Als einheitliches Bewertungssystem wurde in Europa mit der Norm EN 12464 das UGR (Unified Glare Rating) - Verfahren eingeführt. Für eine überschlägige Bewertung können entsprechende Tabellen herangezogen werden. Die dort aufgeführten Werte beziehen sich allerdings nur auf die Verhältnisse im sogenannten Standardraum.

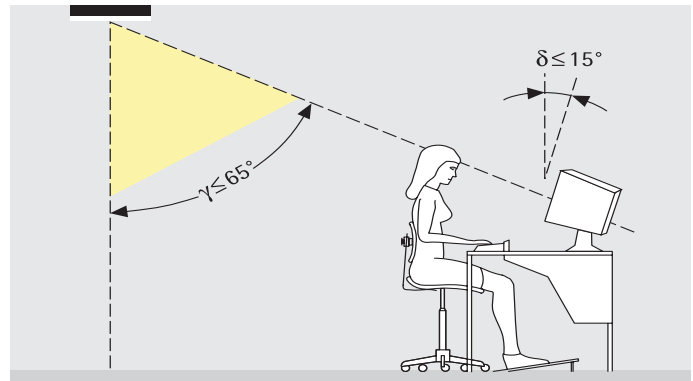
Reflexblendung wird durch störende Reflexe auf blanken Oberflächen verursacht.

Nach dem physikalischen Gesetz „Einfallswinkel = Ausfallwinkel“ würden die auftretenden Reflexe genau im Blickfeld des dort arbeitenden Menschen liegen. Matte Arbeitsflächen tragen wesentlich zur Problemlösung von Reflexblendung bei. Reflexblendung führt zu ähnlichen Störungen wie die Direktblendung und beeinträchtigt vor allem die Kontraste, die zum störungsfreien Sehen notwendig sind. Die Beleuchtung von Bildschirmarbeitsplätzen erfordert besonders sorgfältige Planung, weil starke Reflexe auf dem Bildschirm die Arbeit oft unmöglich machen.



Reflexblendung wird durch störende Reflexe auf blanken Oberflächen verursacht.

Die Reflexionseigenschaften der Bildschirmoberfläche, die Bildschirmkrümmung sind im Zusammenhang mit leuchtenden Flächen im Raum die entscheidenden Einflußgrößen für die visuelle Informationsaufnahme am Bildschirmarbeitsplatz. Durch Entspiegelungsmaßnahmen der Bildschirmoberfläche können störende Reflexe bereits vermindert werden. Die Bildschirmtauglichkeit von Leuchten wird in der Norm EN 12464-1 geregelt. In Abhängigkeit der Bildschirmgüte sowie der Bildschirmpolarität dürfen die Leuchtdichten von Leuchten und von leuchtenden Flächen, die sich auf dem Bildschirm spiegeln, die angegebenen Grenzwerte der mittleren Leuchtdichte nicht überschreiten. Diese Grenzwerte werden bei Leuchten oberhalb eines Ausstrahlungswinkels von 65° rundum betrachtet.



„High state“-Leuchtdichte des Bildschirms	Bildschirm mit hoher Leuchtdichte $L > 200 \text{ cd/m}^2$	Bildschirm mit mittlerer Leuchtdichte $L \leq 200 \text{ cd/m}^2$
Fall A Positive Polarität und übliche Anforderungen im Hinblick auf Farbe und Details der dargestellten Informationen, wie sie z.B. im Büro, Unterricht usw. bestehen	$\leq 3000 \text{ cd/m}^2$	$\leq 1500 \text{ cd/m}^2$
Fall B Negative Polarität und/oder übliche Anforderungen im Hinblick auf Farbe und Details der dargestellten Informationen, wie sie z.B. bei CAD, Farbprüfung usw. bestehen	$\leq 1500 \text{ cd/m}^2$	$\leq 1000 \text{ cd/m}^2$
Anmerkung „High state“-Leuchtdichte des Bildschirms (siehe EN ISO 9241-302) beschreibt die maximale Leuchtdichte des weißen Teils des Bildschirms. Dieser Wert wird vom Hersteller des Bildschirms angegeben.		

LED - light emitting diode

Leuchtmittel LED

Die von lichtwerk angebotene LED-Technologie überzeugt durch hohen Wirkungsgrad und niedrigem Energieverbrauch. Zur Wirtschaftlichkeit gehört auch ein geringer Wartungsaufwand, Robustheit und eine lange Lebensdauer.

Um alle Erwartungen zu erfüllen, ist bei Licht emittierenden Dioden ein effektives Temperaturmanagement in der Leuchtenkonstruktion wichtig. Es stellt die veranschlagten Leistungsmerkmale sicher und erhält die prognostizierte Lebensdauer.

Eine effektive und passive Kühlung ist hier die technische Konsequenz. Eine optimale Lichtlenkung beeinflusst neben der Energieeffizienz auch den Beleuchtungskomfort. Daher können Sie bei all unseren LED-Leuchten eine hochwertige Lichttechnik erwarten. Als energieeffiziente Option zu herkömmlichen Beleuchtungsanlagen müssen unsere LED-Leuchten immer auch den grundsätzlichen Qualitätsansprüchen an Lichtkomfort genügen. Auch hier haben wir solide gearbeitet.

Ausgewählte Lumenpakete, hohe Farbwiedergabe und verschiedene Farbtemperaturen haben wir für unsere lichtwerk-Leuchten bestimmt. Ein einheitlich stabiler Farbort ist ein weiteres Güte Merkmal.

Nicht immer kann die Energieeffizienz und Lebensdauer allein den Ausschlag zugunsten von LED-Beleuchtung geben. Sind schnelle und häufige Schaltungen, die Dimmbarkeit wie z.B. in Anlagen mit Steuerung, lange Wartungsintervalle oder besondere Anforderungen an Robustheit weitere Aufgaben der Beleuchtung, sammelt die LED-Technologie weitere Pluspunkte.

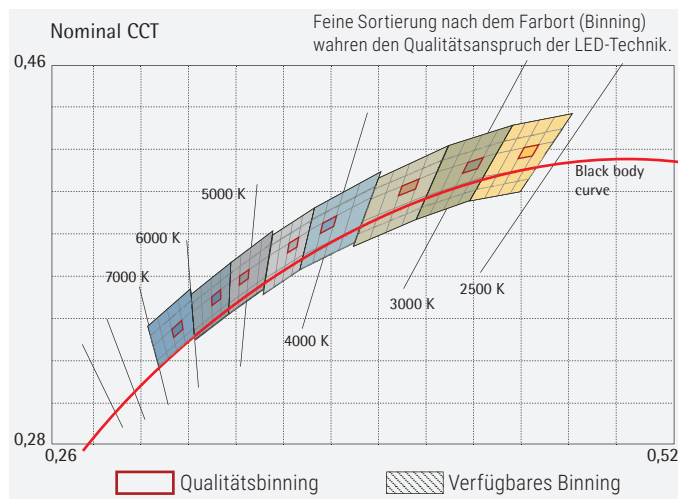
Mit lichtwerk LED-Leuchten können Sie so auch anspruchsvolle Beleuchtungskonzepte realisieren und Ihre Projekte tadellos beleuchten. Unsere lichttechnischen Daten werden mit größter Sorgfalt von uns erstellt. Aufgrund der hohen Dynamik im LED und LED-Treiber Bereich werden jedoch von unseren Lieferanten die elektrischen und photometrischen Angaben mit einer Toleranz von üblicherweise $\pm 10\%$ angegeben. Es gelten somit für unsere Angaben die Toleranzen, die unser Lieferant auf seinen Datenblättern angibt. Diese Datenblätter stellen wir Ihnen auf Anfrage auch gern zur Verfügung.

Binning

Bedingt durch Fertigungstoleranzen bei der Produktion von LED variieren diese in ihrer Lichtmenge und Farbtemperatur. Um dennoch eine konstante Lichtqualität mit gleicher Helligkeit und Lichtfarbe zu erzielen, werden die LED entsprechend ihren Werten sortiert. LED mit gleichen bzw. ähnlichen Parametern fallen in den gleichen „Behälter“ (Bin). Je enger die Toleranzen dabei gesetzt werden, umso höher wird die Qualität des Binnings.

In Verbindung mit Binning sind auch folgende Fachbegriffe üblich:

- Farbkonsistenz – Gleiche Lichtfarbe von Lampe zu Lampe
- Farbortkonstanz – Kein Abdriften der Lichtfarbe durch Alterung oder beim Dimmen der Lampen



Vorteile

- Geringe Leistungsaufnahme
- Lange Lebensdauer
- Unbegrenzt schaltbar
- Sofort volles Licht
- Stufenlos dimmbar
- Keine IR- und keine UV-Strahlung
- Hohe Stoß- und Vibrationsfestigkeit
- Kleine Abmessungen
- Quecksilberfrei

Lichtstrom und Lichtausbeute

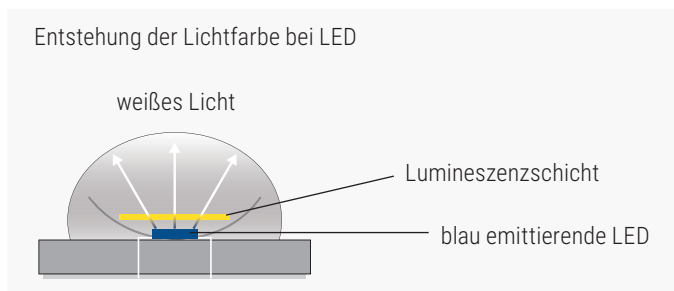
Durch ihre rasante Entwicklung in den letzten Jahren ist die LED in der Lage, auch die relativ hohen Lichtmengen für Allgemeinbeleuchtung im Bereich technisches Licht bereitzustellen. Die Lichtmenge, bzw. der Lichtstrom (Einheit: Lumen) beschreibt die Gesamtheit der abgegebenen Lichtleistung einer Lampe oder Leuchte. Ist der Lichtstrom bei LED nur auf das LED-Modul (oder einen LED-Lichtpunkt) bezogen, spricht man vom Bruttolichtstrom. Diese Angabe ist abhängig von verschiedenen Betriebsparametern und wird vom LED-Hersteller definiert. Wird das Modul in eine Leuchte eingebaut, wird sich der Lichtstrom aufgrund veränderter Betriebsbedingungen (u.a. Temperatur) verändern. Zusätzlich treten durch lichttechnische Maßnahmen an der Leuchte (z.B. Entblendung) Verluste auf, so dass ein reduzierter Lichtstrom letztendlich die Leuchte verlässt. Dieser wird als Nettolichtstrom bezeichnet.

Gemäß Definition beschreibt die Lichtausbeute das Verhältnis vom abgegebenen Lichtstrom zur zugeführten elektrischen Leistung und wird in Lumen pro Watt angegeben. Auch bei dieser Größe muss bei der Betrachtungsweise in brutto und netto unterschieden werden. Bei der Bruttolichtausbeute wird der Bruttolichtstrom des Moduls herangezogen, wobei die elektrische Anschlussleistung mit oder ohne Betriebsgerät gerechnet werden kann. In den Planungsprogrammen wie z.B. Relux wird jedoch die Nettolichtausbeute errechnet und als Leuchten-Lichtausbeute bezeichnet. Basis dafür bilden der Nettolichtstrom sowie die Systemleistung aus LED und Treiber. Ein Erkennungsmerkmal für die Netto-Betrachtungsweise ist die Angabe des Leuchtenbetriebswirkungsgrades der LED-Leuchte mit exakt 100 %. In der Lichttechnik wird in diesem Zusammenhang von Absolutphotometrie gesprochen.

Im Markt wird mittlerweile die Darstellung mit Nettowerten favorisiert. Insbesondere beim Vergleich von verschiedenen LED-Leuchtentypen ist das Wissen über brutto und netto unabdingbar, da ansonsten Äpfel mit Birnen verglichen werden.

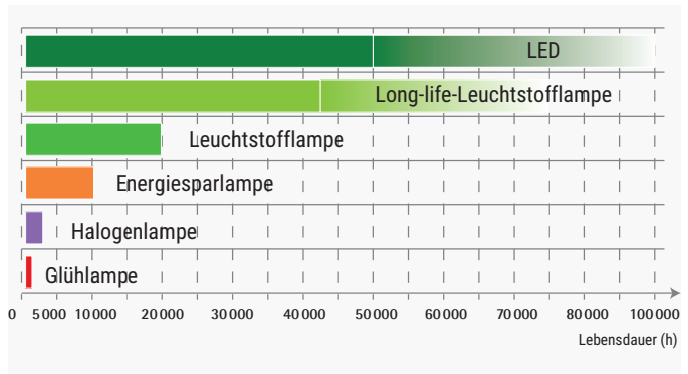
Lichtstrom und Lichtfarbe

Im Gegensatz zur Farbmischung aus Rot/Grün/Blau beruht die Wirkungsweise der meisten weiß abstrahlenden LED darauf, dass im LED-Chip zunächst eine blaue Strahlung erzeugt wird. Dieses blaue Licht wird durch eine Leuchtschicht geleitet, welche z.B. aus gelben Phosphor aufgebaut ist. Nach dem Prinzip der Lumineszenzkonversion ergibt sich aus blau und gelb dann weißes Licht. Soll eine wärmere Lichtfarbe erzeugt werden, bedarf es der Beimischung zusätzlicher roter Komponenten in die Leuchtschicht. Diese Komponenten arbeiten allerdings weniger effektiv. Dies ist die Ursache dafür, dass LED-Leuchten mit warmweißer Lichtfarbe bei gleicher Bauart und Leistung einen geringeren Lichtstrom aufweisen als die Variante mit höherer Farbtemperatur.



Lebensdauer

LED für die Anwendung im Bereich technisches Licht besitzen meist eine Lebensdauer von 50.000 Stunden und mehr. Damit gehört die LED unbestritten zu den langlebigsten Leuchtmitteln, die heute erhältlich sind. Für die Praxis bedeutet dies eine erhebliche Reduzierung der Wartungskosten. Die Angaben zur Lebensdauer werden komplettiert mit den Werten zu Degradation und Mortalität. Eine wichtige Einflussgröße, sowohl auf den Lichtstrom wie auch auf die Lebensdauer, stellt die Temperatur da. Bei zu viel Wärme werden Lichtstrom und Lebensdauer negativ beeinflusst. Ein effektives Thermomanagement mit einer effizienten Wärmeableitung ist für LED-Leuchten somit besonders wichtig.



Eine detaillierte Erklärung der LED Lebensdauerangaben finden Sie auf Seite 464.

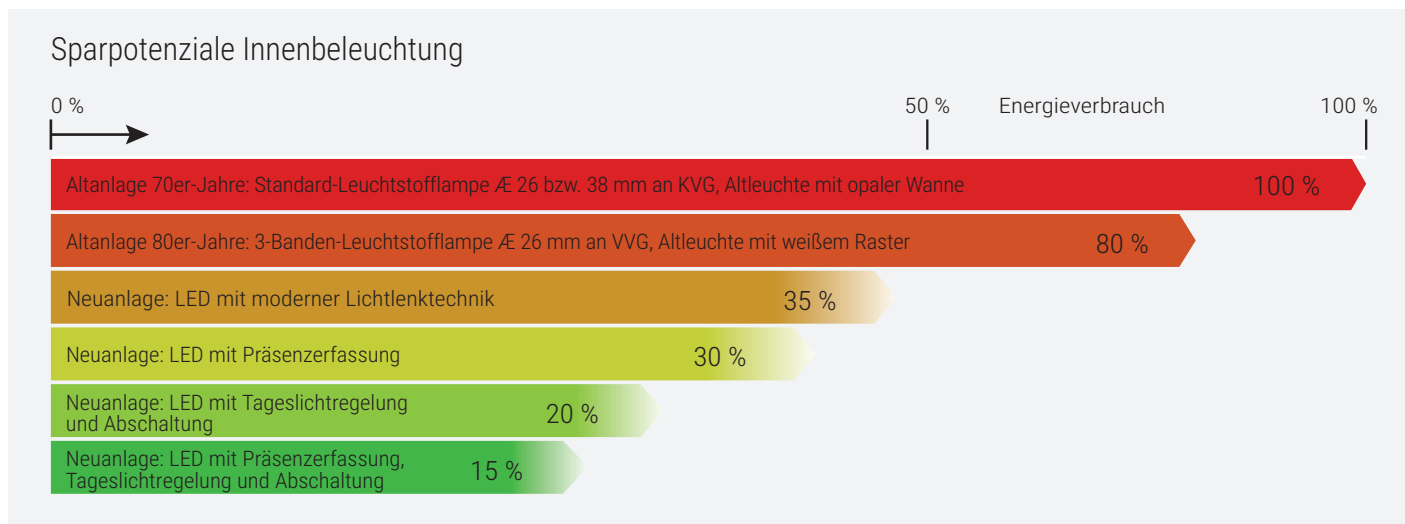
Lichtmanagement

Durch den Einsatz von Lichtmanagementkomponenten lässt sich die Energieeffizienz von Beleuchtungsanlagen weiter erhöhen. Bereits einfache Präsenzmelder-Schaltungen verbessern mit relativ geringem Aufwand die Wirtschaftlichkeit solcher Anlagen. Da bei der LED häufiges Schalten keine Reduzierung der Lebensdauer zur Folge hat, ist dieses Leuchtmittel prädestiniert für derartige Anwendungen.

Zudem startet die LED sofort mit 100 % Licht und es müssen keine Nachlaufzeiten eingestellt werden. Tageslichtabhängige Regelungen mit oder ohne Präsenzfunktion können umgesetzt werden. Im Vergleich zu Altanlagen mit konventionellen Lampen und magnetischer Vorschaltung kann das Einsparpotenzial an Energiekosten bis zu 85 % betragen.

Thermomanagement

Das Licht der LED ist frei von Infrarot-Strahlung. Somit ist die LED ideal für die Beleuchtung von sensiblen Objekten, wie z.B. in Museen oder im Shopbereich, geeignet. Ein hoher Wärmeanteil entsteht allerdings bei der Lichterzeugung direkt im LED-Chip, was in der hohen Leistungsdichte auf kleiner Fläche begründet ist. Diese Wärme muss abgeführt werden, da bei hohen Temperaturen der Lichtstrom abnimmt und sich die Lebensdauer verkürzt. Der Konstruktion der Leuchte mit entsprechenden Maßnahmen zur Wärmeableitung kommt somit eine große Bedeutung zu, um die optimale Betriebstemperatur der LED zu gewährleisten.



LED Lebensdauer

Lebensdauerprognose LED

L-Wert

LED verlieren mit der Zeit an Leuchtkraft. Diese Degradation kann unterschiedliche Erscheinungsformen haben. Die Leuchte kann insgesamt einfach dunkler werden, es können einzelne LED oder ganze LED-Module/Sektionen ausfallen.

Der L-Wert beschreibt diese Degradation als Mittelwert über alle eingesetzten LED. Er gibt an wie viel Prozent des Lichtstromes nach Ablauf der angegebenen Betriebsdauer zu erwarten sind.

B-Wert

Der B-Wert detailliert den L-Wert. Er beschreibt wieviel Prozent der LED unter dem als Mittelwert angegebenen L-Wert nach Erreichen der angegebenen Betriebsdauer liegen.

Ist kein B-Wert angegeben, gilt B50. Damit wird prognostiziert, dass 50% der eingesetzten LED nach Ablauf der angegebenen Betriebsdauer unter, sowie 50% über dem vom L-Wert angegebenen Lichtstromrückgang liegen.

L + B-Wert Die Kombination macht den Unterschied

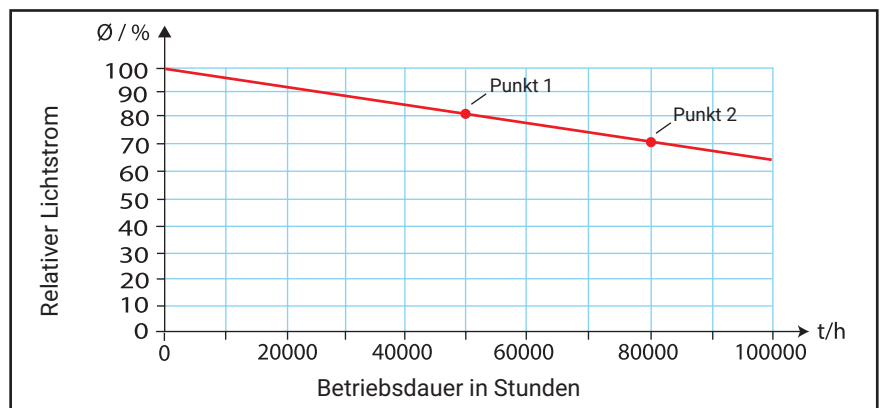
L-Wert, mit angegebener Betriebsdauer, und B-Wert müssen immer als Kombination gesehen werden.

In dem nachstehenden Diagramm ist eine typische Degradationskurve einer LED dargestellt:

Diese LED kann mit unterschiedlichen Angaben über die genannten Kenngrößen beschrieben werden:

Punkt 1 auf dieser Kurve würde durch die Angabe L₈₀ 50.000h bezeichnet werden: bedeutet, nach 50.000h ist der Lichtstrom der eingesetzten LED im Mittel um 20% zurückgegangen.

Gleichzeitig wäre aber auch die Aussage L₇₀ 80.000h richtig (siehe Tabelle Punkt 2): bedeutet, nach 80.000h ist der Lichtstrom der eingesetzten LED im Mittel um 30% zurückgegangen.



LED-Leuchten von lichtwerk

Es ist wichtig zu wissen, dass es sich aufgrund der schnellen Innovationszyklen im LED-Bereich um errechnete Prognosemodelle handelt, die auf Grundlage von Daten der LED-Hersteller entstehen. Wir als Leuchtenhersteller geben auf Basis dieser Daten und eigener Messung, z.B. der Temperatur (T_p) der LED im eingebauten Zustand in der Leuchte, die Lebensdauerprognose für unsere Produkte mit an.

Mittels dieser Messung und von uns durchgeführten konstruktiven Maßnahmen, z.B. im Hinblick auf eine gute Wärmeableitung der eingesetzten LED, können wir für eine Vielzahl unserer Produkte eine sehr hohe Lebensdauerprognose von L₈₀ 50.000h B₁₀ abgeben.

Auch ist es uns aufgrund unserer eigenen Labormessungen möglich z.B. Lebensdauerprognosen für erhöhte Umgebungstemperaturen abzugeben. Fragen Sie uns bitte, wenn Sie so einen Fall haben.

Zur Verdeutlichung nachfolgend eine typische Tabelle eines LED-Moduls, wie in unseren Leuchten verbaut. Der Einfluß der Temperatur auf die Lebensdauerprognose ist deutlich zu erkennen:

Temperatur	Angaben L+B-Wert						
	L	70		80		90	
	B	10	50	10	50	10	50
	[mA]	Lebensdauer [h]					
T _p = 50°C	225	50.000	50.000	41.000	50.000	22.000	28.000
T _p = 65°C	225	50.000	50.000	35.000	50.000	18.000	24.000
T _p = 75°C	225	49.000	50.000	32.000	43.000	16.000	21.000

Resistenz-Tabelle

Chemische Stoffe

Chemischer Stoff	Polyester	Acrylglas (PMMA)	Polycarbonat (Gehäuse PC)
Aceton	nicht resistent	nicht resistent	nicht resistent
Aliphät. Kohlenwasserstoff	mit Einschränkung	mit Einschränkung	beständig
Alkohol bis 30%	beständig	beständig	beständig
Alkohol konzentriert	mit Einschränkung	nicht resistent	nicht resistent
Amoniak 25 %	nicht resistent	beständig	nicht resistent
Akkumulatoren säure	beständig	beständig	beständig
Anilin	nicht resistent	nicht resistent	nicht resistent
Aromatische Kohlenwasserstoffe	mit Einschränkung	nicht resistent	nicht resistent
Äther	mit Einschränkung	nicht resistent	nicht resistent
Äthylacetat (Ester)	nicht resistent	nicht resistent	nicht resistent
Benzin (Waschbenzin)	beständig	beständig	beständig
Benzol	nicht resistent	nicht resistent	nicht resistent
Bier	beständig	beständig	beständig
Blut	beständig	beständig	beständig
Bromsäure	nicht resistent	nicht resistent	nicht resistent
Chloroform	nicht resistent	nicht resistent	nicht resistent
Chlorophenol	nicht resistent	nicht resistent	nicht resistent
Dieselöl, Rohöl	beständig	beständig	mit Einschränkung
Dioxan	beständig	nicht resistent	nicht resistent
Essigsäure bis 5 %	beständig	mit Einschränkung	beständig
Essigsäure bis 30 %	beständig	nicht resistent	mit Einschränkung
Glycerin	beständig	beständig	mit Einschränkung
Glykol	beständig	beständig	beständig
Glysantin	beständig	beständig	beständig
Kohlendioxid	beständig	beständig	beständig
Kohlenmonoxid	beständig	beständig	beständig
Kalkmilch	beständig	beständig	mit Einschränkung
Kochsalzlösung	beständig	beständig	beständig
Ketone	nicht resistent	nicht resistent	nicht resistent
Lysol	nicht resistent	nicht resistent	nicht resistent
Meerwasser	beständig	beständig	beständig
Methylenchlorid	nicht resistent	nicht resistent	nicht resistent
Methanol	nicht resistent	nicht resistent	nicht resistent
Metallsalze und ihre wässrige Lösungen	beständig	beständig	beständig
Natronlauge 2 %	mit Einschränkung	beständig	nicht resistent
Natronlauge 10 %	nicht resistent	beständig	nicht resistent
Petroläther	beständig	beständig	mit Einschränkung
Pyridin	nicht resistent	nicht resistent	nicht resistent
Phenol	nicht resistent	nicht resistent	nicht resistent
Salpetersäure bis 10 %	beständig	beständig	beständig
Salpetersäure bis 10 - 20 %	mit Einschränkung	mit Einschränkung	mit Einschränkung
Salpetersäure ab 20 %	nicht resistent	nicht resistent	nicht resistent
Salzsäure bis 20 %	beständig	beständig	beständig
Salzsäure ab 20 %	beständig	beständig	mit Einschränkung
Schwefelsäure bis 50 %	beständig	beständig	beständig
Schwefelsäure bis 70 %	beständig	mit Einschränkung	mit Einschränkung
Schwefelsäure ab 70 %	nicht resistent	nicht resistent	nicht resistent
Schwefelige Säure bis 5 %	mit Einschränkung	mit Einschränkung	nicht resistent
Schwefelwasserstoff	beständig	beständig	beständig
Seifenlauge	beständig	beständig	beständig
Soda	beständig	beständig	beständig
Synth. Waschlauge	beständig	beständig	mit Einschränkung
Terpentinöl	beständig	mit Einschränkung	mit Einschränkung
Tetrachlorkohlenstoff	beständig	nicht resistent	nicht resistent
Wasser bis 60° C	beständig	beständig	beständig
Wasserstoffperoxyd bis 40 %	nicht resistent	nicht resistent	mit Einschränkung
Wasserstoffperoxyd über 40 %	nicht resistent	mit Einschränkung	mit Einschränkung
Xylol	nicht resistent	nicht resistent	nicht resistent



HCL - Human Centric Lighting

Licht zum Leben

Bedeutung des Tageslichts für den Menschen

Seit Jahrmillionen wird der Lebensablauf auf der Erde für die meisten Lebewesen vom Tag-Nacht-Zyklus bestimmt. Entsprechend tief ist diese biologische Uhr in unserem Unterbewusstsein verankert. Auch wenn der Mensch durch das Feuer schon vor 300.000 Jahren künstlich Licht erzeugen konnte, wurde es erst mit der Verbreitung des elektrischen Stroms am Ende des 19. Jahrhunderts möglich, die Nacht zum Tag zu machen. Ein viel zu kurzer Zeitraum, um sich im Erbgut der Menschen wider zu spiegeln. Führt man sich diese Tatsachen vor Augen, wird offensichtlich, wie sehr uns unsere Lebensweise - vornehmlich in geschlossenen Räumen - mit nur wenig oder gar keinem Tageslicht, belasten muss. In Industrieländern wird davon ausgegangen, dass 20 bis 30% der Beschäftigten zumindest immer wieder mal an Schlafstörungen leiden. Der innere Taktgeber gerät aus dem Rhythmus.

Mit heutigen Technologien und Erkenntnissen ist es möglich, dieses Handicap des statischen Lichts in unserer Umgebung auszugleichen. Der Mangel an natürlichem Tageslicht kann durch eine Annäherung des Kunstlichts an den Verlauf des Tageslichts ausgeglichen werden. Die biologische Uhr des Menschen kann somit wieder synchronisiert werden.

Biologische Uhr

Das Leben auf der Erde ist auch durch den Tag-Nacht-Wechsel geprägt. Viele Zellarten von Lebewesen haben dabei im Laufe der Evolution eine Art innere Uhr entwickelt. Diese wird vom Gehirn mit der Umwelt synchronisiert. Der Taktgeber hierfür ist das Licht.



Kunstlicht

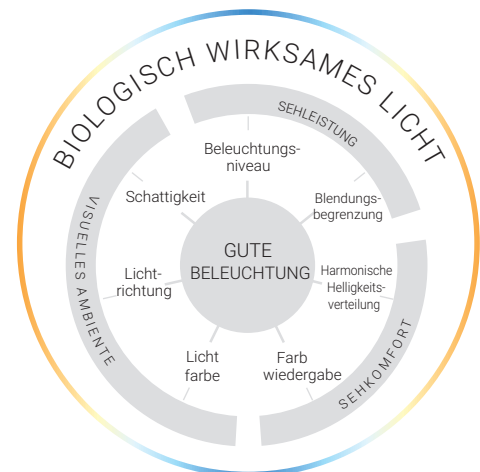
Konsequenzen der Nutzung von künstlichem Licht

Im Jahre 1879 beginnt das Zeitalter der elektrischen Beleuchtung. Thomas Alva Edison meldet seine Glühlampe zum Patent an. Diese moderne Erfindung veränderte einschneidend unser Leben. Jetzt war es dem Menschen möglich, dass er seinen Tag verlängern, seinen Zeitrhythmus verändern oder die Nacht zum Tag machen konnte. Künstliches Licht hielt in Fertigungsstätten Einzug und es wurde möglich, auch ohne Tageslicht arbeiten zu können. Es entwickelten sich erste Ansätze zur Lichtplanung als man erkannte, dass gutes Licht nicht nur vom Beleuchtungsniveau abhängig ist.

In der modernen Lichtplanung von heute stehen neben der Beleuchtungsstärke weitere Kriterien im Fokus wie harmonische Helligkeitsverteilung, Blendungsbegrenzung, Lichtfarbe, Farbwiedergabe, Lichtrichtung und Schattigkeit. Werden alle diese als Gütemerkmale der Beleuchtung bekannten Punkte erfüllt, so erhält man sicherlich eine „gute“ Beleuchtungsanlage. So weit so gut. Doch warum nicht Gutes besser machen?

Neuer Ansatz

Den klassischen Gütemerkmalen fehlt ein Denkansatz: die Dynamik. Das Beleuchtungsniveau wird gemäß Norm auf einen bestimmten Mindestwert ausgelegt, bei Lichtregelungen wird dieser als sogenannter Sollwert konstant gehalten. Die Lichtfarbe wird in der Planungsphase festgelegt und erfährt während des Betriebes der Anlage keinerlei Veränderung. Der Mensch dagegen ist anders konditioniert, der Mensch lebt mit und von Veränderung, auch in Sachen Licht. In der Evolution hat der Homo Sapiens vor circa 300.000 Jahren begonnen, sich an den Zyklus von natürlichem Sonnenlicht anzupassen. Tageslicht lässt sich durch unterschiedliche Lichtniveaus und verschiedene Lichtfarben kennzeichnen. Kein Wunder also, dass sich der Mensch auch an diesen Kenngrößen des Lichtes orientiert und durch sie in seinem Lebensrhythmus getaktet wird.



Botenstoffe



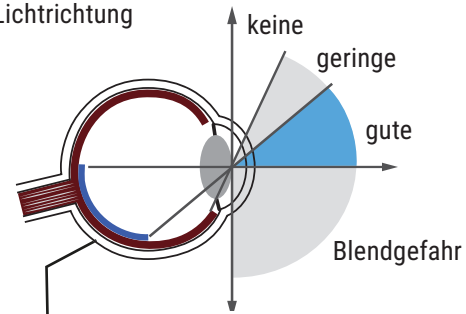
Lange Zeit war unklar, wie diese Lichtreize genau verarbeitet werden. Bekannt war, dass im Auge die sogenannten Zapfen für das Farbsehen und die Stäbchen für das Dämmerungssehen verantwortlich sind. Im Jahr 2002 entdeckte man einen dritten Fotorezeptor, die Ganglienzellen. Diese lichtempfindlichen Zellen dienen allerdings nicht dem Sehen, sondern regulieren bei Lichteinfall biologische Prozesse im Körper. Dazu sind die retinalen Ganglienzellen direkt mit einem speziellen Gehirnbereich verbunden. Von dieser zentralen Schaltstelle aus – der „Master Clock“ – werden die körpereigenen Rhythmen getaktet. Sie steuert die Produktion von Hormonen und das Aktivieren von Enzymen. So sorgt zunehmender Lichteinfall dafür, dass die Produktion des Schlafhormons Melatonin unterdrückt wird. Stattdessen wird Serotonin ausgeschüttet, das stimmungsaufhellend und motivierend wirkt. Bei einer Lichtplanung, die sich am biologischen Rhythmus des Menschen orientiert, erweitert sich die Aufgabenstellung. Ziel muss es sein eine Lichtlösung zu kreieren, die über die Standard-Gütemerkmale einer Beleuchtung hinausgeht. Es geht nicht nur darum, gültige Normen zu erfüllen. Licht und damit auch eine gute Beleuchtung kann mehr. Gutes Licht macht nicht nur hell sondern ist biologisch wirksam.

Retinale Ganglienzellen

In der Netzhaut (Retina) des Auges vorkommende Fotorezeptoren. Diese Zellen sind lichtempfindlich, dienen aber nicht dem Sehen. Stattdessen übernehmen Sie eine Rolle bei der Synchronisation der Inneren Uhr des Menschen.

Ganglienzellen und Lichtrichtung

Biologische Lichtwirkung



Bereich der Netzhaut, in dem die Ganglienzellen besonders empfindlich reagieren

Biologisch wirksames Licht

Licht, welches durch Dynamik bezüglich Beleuchtungsstärke, Lichtfarbe und Einfallrichtung gekennzeichnet ist. Dieses Licht ist in der Lage bei Lebewesen biologische Vorgänge auszulösen.

Für die künstliche Beleuchtung bedeutet eine Tageslichtsimulation ein Start am Morgen mit warmweißem Licht. Abgeleitet vom Sonnenaufgang verfügt dieses Licht über mehr Rotanteile im Spektrum und hat somit eine relativ niedrige Farbtemperatur von z.B. 2700 Kelvin. Im Tagesverlauf wird allmählich ein Übergang zu einer tagesslichtweißen Lichtfarbe mit hoher Farbtemperatur (z.B. 6500 Kelvin) vollzogen. Die nun verstärkt vorhandenen Blauanteile im Spektrum wirken aktivierend und konzentrationsfördernd. Diese Veränderung der Lichtfarbe in der Mittagszeit sollte auch mit dem Anheben des Beleuchtungsniveaus einhergehen, um einen gewissen Schwellenwert für die biologische Wirksamkeit des Lichtes zu überschreiten. Da das Auge an die natürliche Umgebung und damit in der Mittagszeit an das

Himmelslicht angepasst ist, sollte dies auch in der Leuchtauswahl und Lichtverteilung eine Rolle spielen. Die sensibelsten Ganglienzellen sind hauptsächlich im hinteren und unteren Bereich des Auges angeordnet. Um möglichst viele dieser Rezeptoren im Auge gleichzeitig zu erreichen sind Großflächenleuchten oder Lichtdecken besser geeignet als Punktlichtquellen.

In den späteren Nachmittags- bzw. Abendstunden wird der dynamische Prozess der Vormittagsstunden umgekehrt vollzogen, d.h. die Beleuchtungsstärke wieder allmählich reduziert und die Farbtemperatur hin zu warmweißem Licht verändert.

Mit einer Simulation des Tageslichtverlaufs kann Kunstlicht eine biologisch wirksame Funktion übernehmen. Dies erscheint insofern sinnvoll, da der Mensch immer mehr Zeit in geschlossenen Räumen verbringt. Moderne dynamische Lichtkonzepte werden die statischen Lichtlösungen ablösen. Im Zentrum steht der Mensch und die Steigerung seines Wohlbefindens.

Circadianer Rhythmus

Aus dem lateinischen (circa = um ... herum, dies = Tag) abgeleiteter Begriff für eine biologische Dynamik mit einer Periode von circa 24 Stunden.

HCL Human Centric Lighting

HCL ist Beleuchtung, die in ihren Merkmalen mehr als nur das Sehen berücksichtigt. Im Mittelpunkt steht der Mensch. Human Centric Lighting fördert das Wohlbefinden des Menschen und unterstützt eine stabile Gesundheit.



HCL

Projektpraxis - Maria Ward Schule

Human Centric Lighting - Simulation des Tageslichts

Der Mensch steht im Mittelpunkt, auch in der Beleuchtung. Eine zeitgemäße Beleuchtungsanlage muss in der Lage sein, das Wohlbefinden des Menschen mehr denn je zu fördern. Aus der Erkenntnis, dass der menschliche Organismus von Tageslicht geprägt wurde und wird, muss es das Ziel sein, die positiven Aspekte des Tageslichts in die moderne Lichtplanung zu integrieren. Nicht ohne Grund wurde in der Überarbeitung der europäischen Norm EN 12464-1 „Beleuchtung für Arbeitsstätten in Innenräumen“ das Thema Tageslicht mit eingearbeitet.

Doch was tun, wenn Tageslicht nicht in ausreichendem Maße zur Verfügung steht? In diesem Fall kann das Kunstlicht gewisse Tageslichtfunktionen übernehmen und liefert quasi „das richtige Licht zur richtigen Zeit“. Angelehnt an das natürliche Licht erfährt das Kunstlicht dabei eine Dynamik im Tagesverlauf. Von besonderer Bedeutung sind dabei die Veränderungen im Beleuchtungsniveau und in der Lichtfarbe.

Eine solche Beleuchtung ist in der Lage, den circadianen Rhythmus des Menschen zu unterstützen. Unsere Zellen und Organe und damit die Körperfunktionen sind an diesem Rhythmus gekoppelt, Taktgeber ist die innere Uhr des Menschen. Sie steuert Schlaf- und Wachphasen, aber auch Herzfrequenz, Blutdruck und Stimmung. Gekennzeichnet ist dieser zyklische Ablauf auch dadurch, dass alle biochemischen Funktionen im Tagesverlauf individuelle Hoch- und Tiefpunkte besitzen. Der circadiane Rhythmus wird regelmäßig mit der Außenwelt synchronisiert, wobei sich der Mensch vor allem an der Helligkeit des Tages und der Dunkelheit der Nacht orientiert.

In der Bamberger Altstadt wurden die Maria-Ward-Schulen erweitert. Der Neubau überzeugt durch seine moderne, energieeffiziente und umweltschonende Bauweise.



3000K



Für den großen Auftritt in der Aula sorgen die LED-Einbauleuchten „lopia Q“. Die Leuchten erzielen mit Tunable-White-Technik die perfekte Lichtstimmung - ein lichttechnisches Highlight. Sie sind in der Lage, über eine Steuerung ihre Lichtfarbe zwischen 3.000 und 6.500 Kelvin zu verändern – von Warmweiß über Neutral- bis zu Kaltweiß. Dadurch bietet sich die Möglichkeit, je nach Veranstaltung und Tageszeit mit der Lichtfarbe auf unterschiedliche Anforderungen zu reagieren.

In verkleinerter Bauform wurde die lopia Q auch in den Fluren, Trppenhäusern und Umkleiden eingesetzt – hier als lopia Q 330-EG. Die Leuchtenfamilie verbindet diese Bereiche durch das einheitliche Erscheinungsbild und trägt mit ihrer homogenen Ausleuchtung wesentlich zur harmonischen Gestaltung der Raumatmosphäre bei.

Produkte:

lopia Q LED

Bauherr:

Erzbischöfliches Ordinariat,
Bamberg

Architekt:

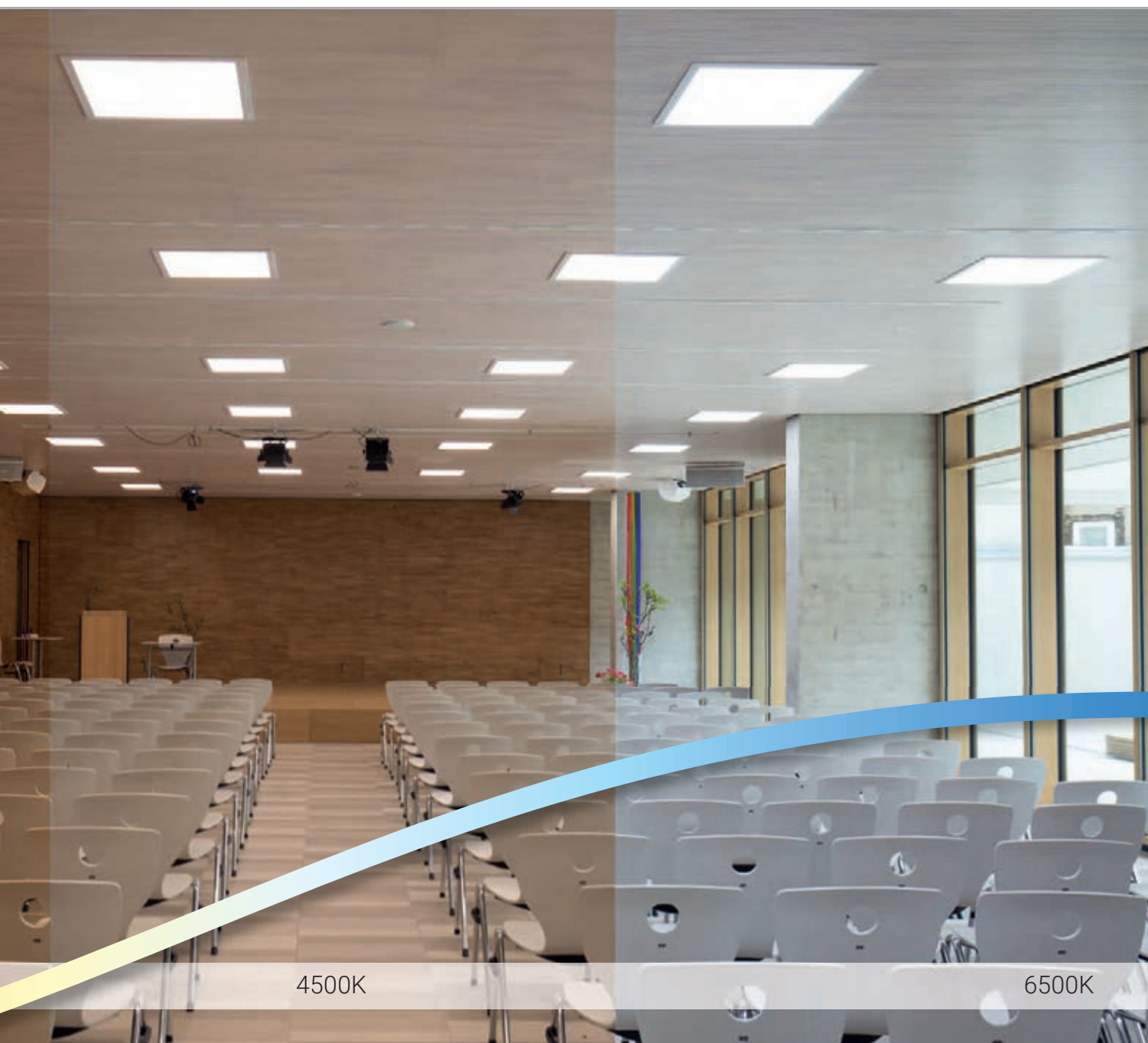
PECK.DAAM Architekten GmbH,
München
Architekturbüro Dietz, Bamberg

Lichtplanung:

Ingenieurbüro Förner,
Memmelsdorf

Ausführung:

Elektro Kramer, Burgebrach



4500K

6500K

Seite	Fotograf	Projekt
Cover	designed by al mumtazza	Freepik.com
002 - 003	s.h.schroeder; Köln DE	World Conference Center; Bonn DE
008 - 009	lichtwerk GmbH; Königsberg DE	Gustav-Heinemann-Schule; Rastatt DE
012 - 013	lichtwerk GmbH; Königsberg DE	Harter Gebäudetechnik GmbH; Gerolzhofen DE
016 - 017	lichtwerk GmbH; Königsberg DE	Haßberg Kliniken; Haßfurt DE
020 - 021	Jake Campell, Kiel DE	Heinrich-Heine-Schule, Büdelsdorf DE
026 - 027	lichtwerk GmbH; Königsberg DE	Universität; Bayreuth DE
030 - 031	lichtwerk GmbH; Königsberg DE	Maria Ward Schule; Bamberg DE
034 - 035	lichtwerk GmbH; Königsberg DE	Maria Ward Schule; Bamberg DE
038 - 039	lichtwerk GmbH; Königsberg DE	Waldi Schuhfabrik, Haßfurt DE
042 - 043	lichtwerk GmbH; Königsberg DE	ZF Sachs; Schweinfurt DE
048 - 049	Jana Wenderoth; Kassel DE	Zahnarztpraxis Dr. Claar, Kassel DE
052 - 053	lichtwerk GmbH; Königsberg DE	Musikakademie, Hammelburg DE
056 - 057	lichtwerk GmbH; Königsberg DE	Realschule; Mellrichstadt DE
060 - 061	lichtwerk GmbH; Königsberg DE	Zahnarztpraxis Fronemann & Spitzl; Veitshöchheim DE
064 - 065	lichtwerk GmbH; Königsberg DE	Maria Ward Schule; Bamberg DE
066 - 067	lichtwerk GmbH; Königsberg DE	Musikakademie; Hammelburg DE
070 - 071	shutterstock; ImageFlow	Rendering lichtwerk GmbH; Königsberg DE
076 - 077	shutterstock; ImageFlow	Rendering lichtwerk GmbH; Königsberg DE
082 - 083	lichtwerk GmbH; Königsberg DE	BAUR Versand GmbH; Weismain DE
086 - 087	lichtwerk GmbH; Königsberg DE	BAUR Versand GmbH; Weismain DE
090 - 091	Jan-Eric Winkelmann; Rostock DE	Ernst-Moritz-Arndt Universität; Greifswald DE
094 - 095	Jana Wenderoth; Kassel DE	Werner-Wicker-Klinik; Reinhardshausen DE
100 - 101	Jana Wenderoth; Kassel DE	Werner-Wicker-Klinik; Reinhardshausen DE
104 - 105	Frank Freihofer; Kitzingen DE	Technologie und Gründerzentrum; Würzburg DE
110 - 111	uligraphics; Lichtenfels DE	Bodycare; Forchheim DE
114 - 115	Steffen Spitzner; Gera DE	Centogene; Rostock DE
118 - 119	Steffen Spitzner; Gera DE	Erwin-Fischer-Schule; Greifswald DE
122 - 124	Inga Paas; Köln DE	Goldener Ring; Düsseldorf DE
126 - 127	BSD Agentur; Mainz DE	Rendering
130 - 131	Gerhard Hagen; Bamberg DE	Fichtelgebirgsrealschule; Marktredwitz DE
134 - 135	lichtwerk GmbH; Königsberg DE	Schwimmbad; Königsberg DE
138 - 139	lichtwerk GmbH; Königsberg DE	Maria Ward Schule; Bamberg DE
140 - 141	lichtwerk GmbH; Königsberg DE	Maria Ward Schule; Bamberg DE
144 - 145	Steffen Spitzner; Gera DE	Erwin-Fischer-Schule; Greifswald DE
148 - 149	lichtwerk GmbH; Königsberg DE	Fränkische Rohrwerke; Königsberg DE
152 - 152	lichtwerk GmbH; Königsberg DE	Zahnarztpraxis Dr. Ambros; Knetzgau DE
153 - 153	lichtwerk GmbH; Königsberg DE	SRAM; Schweinfurt DE
160 - 161	shutterstock; ImageFlow	Rendering lichtwerk GmbH; Königsberg DE
172 - 173	lichtwerk GmbH; Königsberg DE	Rathaus; Knetzgau DE
182 - 183	istock; Peshkova	Rendering lichtwerk GmbH; Königsberg DE
186 - 187	lichtwerk GmbH; Königsberg DE	Musikakademie, Hammelburg DE
190 - 191	lichtwerk GmbH; Königsberg DE	Singer Ingenieur Consult GmbH; Bamberg DE
194 - 195	lichtwerk GmbH; Königsberg DE	Harter Gebäudetechnik GmbH; Gerolzhofen DE
198 - 199	lichtwerk GmbH; Königsberg DE	Harter Gebäudetechnik GmbH; Gerolzhofen DE
202 - 203	lichtwerk GmbH; Königsberg DE	AWT; Werneck DE
206 - 207	s.h.schroeder; Köln DE	World Conference Center; Bonn DE
210 - 211	lichtwerk GmbH; Königsberg DE	AUTARKIC; Eggolsheim DE
214 - 215	lichtwerk GmbH; Königsberg DE	Stadtwerke; Bad Kissingen DE
218 - 219	lichtwerk GmbH; Königsberg DE	Sanitätshaus Traub; Schweinfurt DE
222 - 223	lichtwerk GmbH; Königsberg DE	SRAM; Schweinfurt DE

Seite	Fotograf	Projekt
226 - 227	lichtwerk GmbH; Königsberg DE	Otto-Friedrich-Universität; Bamberg DE
230 - 231	lichtwerk GmbH; Königsberg DE	Otto-Friedrich-Universität; Bamberg DE
234 - 235	Oliver Kutzy; Lübeck DE	Stadtwerke; Neustadt DE
238 - 239	lichtwerk GmbH; Königsberg DE	Arztpraxis Dr. Schorb; Haßfurt DE
240 - 241	lichtwerk GmbH; Königsberg DE	Möbel Wolf; Schweinfurt DE
245 - 245	lichtwerk GmbH; Königsberg DE	Singer Ingenieur Consult GmbH; Bamberg DE
248 - 249	iStock; Explora_2005	Rendering lichtwerk GmbH; Königsberg DE
254 - 255	iStock; Explora_2005	Rendering lichtwerk GmbH; Königsberg DE
258 - 259	lichtwerk GmbH; Königsberg DE	Wolf Möbel; Schweinfurt DE
262 - 263	H. Kaufmann; Euro Unitech Wien AT	BRUCHA; Michelhausen DE
	lichtwerk GmbH; Königsberg DE	Möbel Wolf; Schweinfurt DE
268 - 269	lichtwerk GmbH; Königsberg DE	Singer Ingenieur Consult GmbH; Bamberg DE
272 - 273	Jens Arbogast; Graben-Neudorf DE	Pneu Matthy GmbH; Karlsruhe DE
276 - 277	lichtwerk GmbH; Königsberg DE	Möbel Wolf; Schweinfurt DE
278 - 279	lichtwerk GmbH; Königsberg DE	Göhring Innenarchitektur; Lichtenfels DE
284 - 285	lichtwerk GmbH; Königsberg DE	BAUR Versand GmbH; Weismain DE
286 - 287	lichtwerk GmbH; Königsberg DE	Musikakademie, Hammelburg DE
310 - 311	lichtwerk GmbH; Königsberg DE	AWT; Werneck DE
314 - 315	lichtwerk GmbH; Königsberg DE	Musikakademie, Hammelburg DE
326 - 327	lichtwerk GmbH; Königsberg DE	Die Energie, Veitshöchheim DE
328 - 329	lichtwerk GmbH; Königsberg DE	Musikakademie, Hammelburg DE
340 - 341	lichtwerk GmbH; Königsberg DE	Arztpraxis Dr. Schorb; Haßfurt DE
342 - 343	lichtwerk GmbH; Königsberg DE	Göhring Innenarchitektur; Lichtenfels DE
354 - 355	lichtwerk GmbH; Königsberg DE	SRAM; Schweinfurt DE
356 - 357	Inga Paas; Köln DE	Gemeindezentrum DIE ARCHE; Wüstenrot DE
364 - 365	Boris Golz; Arnsberg DE	IGS - Integrierte Gesamtschule; Nienburg DE
368 - 369	Jana Wenderoth; Kassel DE	Hürner Funken GmbH; Mücke DE
372 - 373	lichtwerk GmbH; Königsberg DE	Optik Demmler; Bamberg DE
376 - 377	Jörg Wenderoth; Baunatal DE	Vom Fass; Kassel DE
380 - 381	Jana Wenderoth; Kassel DE	Firmenzentrale medDV; Fernwald DE
384 - 385	lichtwerk GmbH; Königsberg DE	Zahnarztpraxis Dr. Wenzel; Ringheim DE
390 - 391	lichtwerk GmbH; Königsberg DE	AWT; Werneck DE
394 - 395	lichtwerk GmbH; Königsberg DE	Regiolux GmbH; Königsberg DE
398 - 399	lichtwerk GmbH; Königsberg DE	Rendering
400 - 401	Tom Reindel; Düsseldorf DE	Medienhafen; Düsseldorf DE
406 - 407	Tom Reindel; Düsseldorf DE	Medienhafen; Düsseldorf DE
410 - 411	Inga Paas; Köln DE	Wiehler Wasserwelt; Wiehl DE
414 - 415	Inga Paas; Köln DE	Wiehler Wasserwelt; Wiehl DE
416 - 417	Danny Gohlke; Rostock DE	DJH Prora; Rügen DE
422 - 423	Frank Freihofer; Kitzingen DE	Pfarrzentrum; Limbach DE
426 - 427	Frank Freihofer; Kitzingen DE	Pfarrzentrum; Limbach DE
430 - 431	S. Meyer Architekturfotografie; Berlin DE	Gemeindezentrum; Stammheim DE
434 - 435	lichtwerk GmbH; Königsberg DE	Straßenmeisterei; Forchheim DE
438 - 439	lichtwerk GmbH; Königsberg DE	Straßenmeisterei; Forchheim DE
442 - 443	S. Meyer Architekturfotografie; Berlin DE	Gemeindezentrum; Stammheim DE
446 - 447	Frank Freihofer; Kitzingen DE	Pfarrzentrum; Limbach DE
450 - 451	S. Meyer Architekturfotografie; Berlin DE	Gemeindezentrum; Stammheim DE
454 - 455	lichtwerk GmbH; Königsberg DE	Rathaus; Knetzgau DE
468 - 469	lichtwerk GmbH; Königsberg DE	Maria Ward Schule; Bamberg DE



Kontakt

FIRMENSITZ KÖNIGSBERG

VERTRIEB

T +49 9525 9827 0
info@lichtwerk.de

TECHNISCHER SERVICE

T +49 9525 9827 1
lichtplanung@lichtwerk.de

VERTRIEB AUSSENDIENST

01 **MECKLENBURG-VORPOMMERN**
Gritt Schlemminger
M +49 151 14733968
gritt.schlemminger@lichtwerk.de

02 **HAMBURG, SCHLESWIG-HOLSTEIN**
Michael Brott
M +49 160 7177747
michael.brott@lichtwerk.de

Reinhard Froeschke
M +49 170 2089020
r.froeschke@froeschke-licht.de

03 **HANNOVER**
Ralf Reichel
M +49 160 7177738
ralf.reichel@lichtwerk.de

04 **SACHSEN**
Jörg Irmisch
M +49 172 8670062
joerg.irmisch@lichtwerk.de

Jürgen Bergmann
M +49 172 8670049
juergen.bergmann@lichtwerk.de

05 **THÜRINGEN**
Jens Schlothauer
M +49 151 14733955
jens.schlothauer@lichtwerk.de

06 **HESSEN**
Jörg Wenderoth
Industriervertretung
Kirchweg 1
34225 Baunatal
T +49 5601 9999040
info@wenderoth-iv.de

07 **DÜSSELDORF**
Daniel Pangritz
M +49 160 7177745
daniel.pangritz@lichtwerk.de

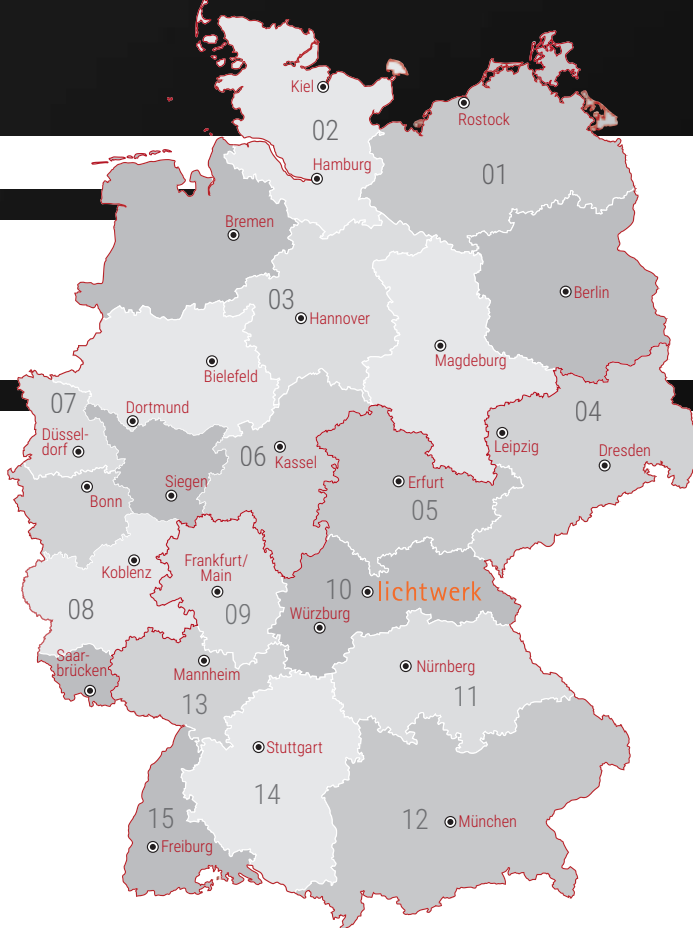
Dominic Pauli
M +49 160 7177737
dominic.pauli@lichtwerk.de

08 **KOBLENZ**
Bernd Oedekoven GmbH
Industriervertretung
Rudolf-Diesel-Straße 11
56220 Urmitz
T +49 2630 96350
info@oedekovengmbh.de

09 **RHEIN-MAIN**
Markus Schimmer
M +49 151 14733980
markus.schimmer@lichtwerk.de

10 **NORDBAYERN**
Peter Gröger
M +49 172 8670045
peter.groeger@lichtwerk.de

Stephan Althaus
M +49 160 7177731
stephan.althaus@lichtwerk.de



11 **BAYERN-MITTE**
Bernhard Zirkelbach
M +49 172 8670047
bernhard.zirkelbach@lichtwerk.de

12 **SÜDBAYERN**
Andrea Fleischmann
M +49 160 7177739
andrea.fleischmann@lichtwerk.de

Dieter Beier
M +49 151 14733958
dieter.beier@lichtwerk.de

13 **NORDBADEN**
Steffen Leuschel
M +49 160 7177740
steffen.leuschel@lichtwerk.de

14 **STUTTART**
Frank Bossert
Industriervertretung
Hofenerweg 17
71686 Remseck
T +49 711 57766960
info@bossert-weissinger.de

15 **SÜDBADEN**
Fred Abel GmbH
Industriervertretung
Im Ebnet 1
79238 Ehrenkirchen
T +49 7633 95010
info@fredabel.de

VERTRIEB INTERNATIONAL/ SALES MANAGER

Torsten Kießlich-Köcher
T +49 9525 89450
F +49 9525 89444
M +49 172 8682620
torsten.kiesslich@lichtwerk.de

Australia, Canada, Cyprus, Estonia,
Greece, India, Ireland, Latvia, Lithuania,
New Zealand, Portugal, Romania, Russian
Federation/CIS, Slovenia, Spain, Ukraine,
United Kingdom, USA

Stefan Nestmann
T +49 9525 89438
F +49 9525 89444
M +49 172 8670054
stefan.nestmann@lichtwerk.de

Bulgaria, Czech Republic, Denmark,
Hungary, Netherlands, Poland, Slovakia

Reinhold Pfister
T +49 9525 89451
F +49 9525 89444
M +49 172 8670050
reinhold.pfister@lichtwerk.de

Austria, Croatia, Iceland, Montenegro,
Norway, Serbia, Switzerland

Daniel Hau
T +49 9525 89657
F +49 9525 89444
M +49 160 7177734
daniel.hau@lichtwerk.de

Belgium, Finland, France, Israel, Italy,
Luxembourg, Middle East, Morocco,
Sweden, Turkey

BEDINGUNGEN UND PREISGÜLTIGKEIT

Die in der Preisliste aufgeführten Preise sind in Euro [€] angegeben und gelten ab 01.06.2021. Mit ihrem Erscheinen werden alle bisherigen Preise und Bedingungen ungültig. Die angegebenen unverbindlichen Preisempfehlungen sind ohne Mehrwertsteuer. Die Mehrwertsteuer wird zu dem am Tage der Lieferung gültigen Satz getrennt in Rechnung gestellt.

Die Preisempfehlungen sind für den Gebrauch des Handels bestimmt. Sie dienen als Kalkulationsbasis für die Ermittlung der Lieferpreise und sind keine Verbraucher- oder Händlerempfehlungen. Abbildungen, Maße und Gewichte in Katalogen, Preislisten und Angeboten sind unverbindlich. Technische Änderungen, Irrtümer sowie Farbabweichungen bleiben vorbehalten. Alle Leuchten, sofern nicht ausdrücklich angegeben, sind für Netzanschluss 230 V, 50 Hz und Umgebungsbedingungen gemäß DIN EN 60598

ausgelegt und werden, sofern nicht ausdrücklich anders angegeben, ohne Leuchtmittel ausgeliefert. Angaben zu den Prüfzeichen werden mehrheitlich verallgemeinert im Katalog dargestellt. Eine Überprüfung auf Artikelenebene ist im Internet problemlos machbar.

Aufgrund der dynamischen technischen Entwicklung insbesondere bei LED-Modulen und deren Treibern, können die Daten in dieser Druckschrift nur eine Momentaufnahme darstellen und sind daher nicht rechtsverbindlich. Die jeweils aktuellen Produktleistungen entnehmen Sie bitte unserer Homepage.

Wir weisen darauf hin, dass der Besteller bei Auftragserteilung unsere Lieferungs- und Zahlungsbedingungen anerkennt, falls er nicht bei der Auftragserteilung schriftlich Widerspruch einlegt.

lichtwerk GmbH
Hellinger Straße 3
D 97486 Königsberg



www.lichtwerk.de

9999 2060 121 1A 3.000 05/21 LI/SCHL. Änderungen vorbehalten.